

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 150202 «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЯГОВОГО ХОМУТА АВТОСЦЕПКИ СА-3 ГРУЗОВОГО ВАГОНА

УДК 621.791.03

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10600	Вахин В. А.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Крюков А. В.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Спец. по УМР кафедры СП	Павлов Н. В.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Зернин Е. А.	К.т.н., доцент		

Юрга – 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 150202 «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Дипломного проекта

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10600	Вахину Вячеславу Анатольевичу

Тема работы:

Разработка технологии ремонта и восстановления тягового хомута автосцепки СА-3 грузового вагона		
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	13.01.2016г. №	1/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию и разработке вопросов проектированию <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.000Р-5П.550.00.000 СБ Тяговый хомут 1 лист (А1). 2. ФЮРА.000001.550.00.000 СБ Кантователь наплавочный 2 листа (А1). 3. ФЮРА.000002.550 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.550 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.550 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.550 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.550 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
---------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А. В.
Эргономическая и экологическая часть	Солодский С. А.
Экономическая часть	Шиков В. П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Крюков А. В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10600	Вахин В. А.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 150202 «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015 – 2016 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2016
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2016	Обзор литературы	20
17.02.2016	Объекты и методы исследования	20
17.03.2016	Расчеты и аналитика	20
17.04.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
20.05.2016	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Крюков А. В.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Зернин Е. А.	К.т.н., доцент		

Юрга – 2016 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10600	Вахин В. А.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Оценка стоимости производства по базовому технологическому процессу тягового хомута грузового вагона

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления*
2. *Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями*
3. *Определение затрат на основные материалы*
4. *Определение затрат на вспомогательные материалы*
5. *Определение затрат на заработную плату*
6. *Определение затрат на силовую электроэнергию*
7. *Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10600	Вахин В. А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10600	Вахин В. А.

Институт	Юргинский технологический институт	Кафедра	Сварочное производство
Уровень образования	Высшее	Направление/специальность	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:	Вредные и опасные производственные факторы, возникающие на участке восстановления тягового хомута.
Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:	Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности	Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
4. Охрана окружающей среды:	Вредные выбросы в атмосферу.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте
6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.

Перечень графического материала:

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Система вентиляции участка
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К. т. н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10600	Вахин В. А.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 122 с., 0 рисунков, 23 таблицы, 23 источник, 2 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: наплавка, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, кантователь, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится ремонт и восстановление тягового хомута автосцепки СА-3.

Объектом исследования является процесс восстановления тягового хомута.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

Работа представлена введением, пятью разделами (главами) и заключением, приведен список использованных источников.

В 1 разделе/главе «Обзор литературы» произведен обзор литературы.

Во 2 разделе/главе «Объект и методы исследования» Произведена формулировка проектной задачи и теоретический анализ.

В 3 разделе/главе «Результаты проведенного исследования» Произведен инженерный расчет, рассмотрены конструкторская, технологическая и организационная части, рассмотрено пространственное расположение производственного процесса.

В 4 разделе/главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» рассмотрены сравнительный экономический анализ вариантов, расчет технико-экономической эффективности, основные технико-экономические показатели участка.

В 5 разделе/главе «Социальная ответственность» рассмотрена характеристика объекта исследования, вредные и опасные производственные факторы, источники и средства защиты от них, влияние их на организм человека и проектирование системы приточно-вытяжной вентиляции на разрабатываемом участке.

В заключении приведено обоснование выбора способов сварки, сварочных материалов и оборудования. Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

Zusammenfassung

Abschlusstraining Arbeit 122 pp., 0 Bilder, 23 Tabellen, 23 Quelle, 2 Anwendungen 9 l. Bildmaterial.

Stichworte: Schweißtechnik, Schweißbedingungen, der Schweißstrom, Schweißgeräte, Leistung, Lageplan, Kippvorrichtung, Sicherheit, Kosten.

Relevanz der Arbeit: in der letzten Qualifikationsarbeiten erfolgt die Reparatur und Wiederherstellung der Traktionsklemmkupplung SA-3.

Gegenstand der Forschung ist das Verfahren der Traktionsklemme wiederherzustellen.

Die Ziele der Studie (Arbeit). Als ein Ergebnis dieser Arbeit sollte von der Produktion der höchste Grad der Mechanisierung und Automatisierung erhöht die Produktivität erzielt werden.

Die Arbeit bietet eine Einführung, fünf Abschnitte (Kapitel) und abschließend eine Liste der verwendeten Quellen.

In 1razdele / Kapitel "Literature Review" erzeugt eine Literaturübersicht.

Im zweiten Abschnitt / Kapitel "Objekt und Methoden" Produced Formulierung von Projektzielen und theoretische Analyse.

In Abschnitt 3 / Kapitel "Die Ergebnisse der Studie" Engineering-Berechnung durchgeführt, der als Design, technologische und organisatorische Teil untersucht die räumliche Anordnung des Produktionsprozesses.

eine vergleichende ökonomische Analyse der in Abschnitt Optionen 4 / Kapitel "Finanzmanagement, Ressourceneffizienz und Ressourcenschonung", die Berechnung der technischen und wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit, die wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Indikatoren der Website.

In Abschnitt 5 / Kapitel "Soziale Verantwortung" ist charakteristisch für den Gegenstand der Studie betrachtet, schädlich und gefährlich Produktionsfaktoren, Quellen und Mittel zum Schutz gegen sie, ihren Einfluss auf den menschlichen Körper und Design der Lüftungsanlage auf dem Gelände entwickelt werden.

Abschließend Gründe für die Auswahl von Schweißen, Schweißzusätze und Ausrüstung gegeben. Aktionen für Gesundheit und Sicherheit, Arbeitsschutz und die Verbesserung der Arbeitsorganisation. Berechnen Sie die wirtschaftlichen Auswirkungen dieser Innovationen, die einen Hinweis auf die Rentabilität des vorgeschlagenen Verfahrens gibt.

Оглавление

Введение	13
1 Обзор литературы	15
1.1 Наплавка плунжеров насосов высокого давления	15
1.2 Индукционная наплавка в разделку кромок высоколегированным белым чугуном деталей сельхозмашин	16
1.3 Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита	17
1.4 Заключение	18
2 Объект и методы исследования	19
2.1 Формулировка проектной задачи	19
2.2 Теоретический анализ	19
3 Результаты проведенного исследования	21
3.1 Инженерный расчёт	21
3.1.1 Выбор способа наплавки и сварочных материалов	21
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	28
3.1.3 Расчёт режимов сварки	31
3.2 Технологический раздел	33
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	33
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	35
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	36
3.2.4 Нормирование операций	37
3.2.5 Выбор технологического оборудования	39
3.2.6 Контроль технологических операций	41
3.2.7 Разработка технической документации	46
3.3 Конструкторский раздел	48

3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	48
3.3.2	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	48
3.4	Пространственное расположение производственного процесса	49
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	49
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	50
3.4.3	Расчет основных элементов производства	51
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	54
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	55
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	57
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	58
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	60
4.1	Финансирование проекта и маркетинг	60
4.2	Сравнительный экономический анализ вариантов	60
4.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	62
4.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	64
4.2.3	Определение затрат на основные материалы	64
4.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	65
4.2.5	Определение затрат на заработную плату	66
4.2.6	Определение затрат на силовую электроэнергию	67
4.2.7	Определение затрат на сжатый воздух	67
4.2.8	Определение затрат на амортизацию оборудования	68
4.2.9	Определение затрат на амортизацию приспособлений	68
4.2.10	Определение затрат на ремонт оборудования	69
4.2.11	Определение затрат на содержание помещения	70
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	71
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	72

5 Социальная ответственность	74
5.1 Описание рабочего места	74
5.2. Законодательные и нормативные документы	75
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	79
5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке	81
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	82
5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	84
5.5 Охрана окружающей среды	85
5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях	86
5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
Заключение	88
Список использованных источников	89
Приложение А (Спецификация Кантователь)	92
Приложение Б (Технологический процесс)	93
Диск CD-R	В конверте на обложке
Графический раздел	На отдельных листах
ФЮРА.000Р-5П.550.00.000 СБ Тяговый хомут	Формат А1
ФЮРА.000001.550.00.000 СБ Кантователь	Формат А1, А2
ФЮРА.000002.550 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.550 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1
ФЮРА.000004.550 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000005.550 ЛП Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000006.550 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1

Введение

С начала середины XX века, сварка была одним из основных процессов обработки металлов. Известно более 40 различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Сварка широко применяется в производстве, так как резко уменьшается расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов.

Механизация и автоматизация сварочного производства основное средство повышения производительности труда, улучшения качества сварного изделия, улучшений условий труда.

Сварка в среде защитных газов один из основных способов электродуговой сварки. Защитный газ, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, защищает расплавленный металл от влияния атмосферы, окисления, азотирования.

Главные достоинства сварки в защитных газах:

- хорошая защита сварки от воздействия кислорода и азота воздуха;
- высокие механические свойства сварного шва;
- высокая производительность процесса сварки;
- отсутствие необходимости применения флюсов и последующей очистки шва от шлака;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- малая зона термического влияния;
- возможность полной механизации и автоматизации процесса сварки.

В настоящее время все чаще внедряется в производство сварка в смеси двуокиси углерода с другими активными и инертными газами (Ar,

He, N, H), что расширяет эксплуатационные возможности и улучшает качество сварных соединений.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка ремонта и восстановления тягового хомута. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В современных условиях сварочного производства главное значение имеет увеличение производительности труда и снижение себестоимости ремонта изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является первостепенной задачей в современной экономической политике России.

1 Обзор литературы

1.1 Наплавка плунжеров насосов высокого давления

В связи с низким сроком службы плунжеров в 70—80 гг. на уральских предприятиях стали внедрять технологию их азотирования. Поскольку углеродистая сталь при азотировании упрочняется незначительно, то применяли конструкционную легированную сталь: 40Х, 38ХМЮА, 38Х2Ю. В результате поверхностная твердость увеличилась с 200 до 950 НВ, что увеличило срок службы плунжеров с 1 мес. до 1 года. Цена достигнутого эффекта оказалась не малой. Вместо проточки и шлифовки плунжеров из углеродистой стали пришлось применять многоступенчатую технологию. За черновой проточкой следовала термическая обработка (закалка с высоким отпуском), которая назначалась для предупреждения искривления плунжеров при последующем азотировании. Затем выполняли получистовую обточку для устранения закалочных деформаций, азотирование (около 50 ч), шлифование на величину 0,04 мм и полирование.

Имел место эксперимент с нанесением на плунжеры гальванического хрома, но он оказался неудачным. Происходили поломки в местах крепления плунжеров и отслоение гальванического покрытия, что объясняется насыщением водородом во время гальванического процесса.

Плунжеры гидронасосов высокого давления представляют тонкие (диаметром 60—90 мм) цилиндры длиной около 1 м. Их наплавка, как правило, сопровождается значительной деформацией изгиба, делающей невозможным дальнейшее применение наплавленных плунжеров [1].

1.2 Индукционная наплавка в разделку кромок высоколегированным белым чугуном деталей сельхозмашин

Универсальные стрельчатые лапы изготавливают штампованными или сварными с последующим упрочнением лезвия индукционной наплавкой или электроискровым упрочнением и объемной закалкой. Проблемой при их эксплуатации является то, что носовая часть по отношению к крыльям изнашивается в 1,5—2,5 раза быстрее, вследствие этого выбраковка происходит из-за носовой части, несмотря на то, что крылья (лезвия) еще работоспособны. Поэтому фирмы John Deere и Kvemeland (США, Канада) в штампованной лапе производят утолщение в носовой части лезвия, в ОАО "АНИТИМ" в сварной лапе выполняют выпуклость сварного шва до 3—4 мм.

Наплавку носовой части изделия осуществляли шихтой, содержащей 80 % твердого сплава ПС-14-60 и 15 % флюса, в индукторе, подключенном к высокочастотному генератору ВЧГЗ- 160/0,66.

После включения генератора в индукторе одновременно выполняли наплавку и нагрев лезвия под закалку. Выключение генератора производили в момент, когда температура в зоне наплавки достигала температуры плавления шихты 1100—1200°С, а в зоне закалки — 860—870°С. Температуру регистрировали по методике работ.

Закалку изделия осуществляли в масло после кристаллизации наплавленного твердого сплава. При этом температура лезвия перед закалкой снижалась до требуемой — 840—860 °С.

Совмещение технологических операций сократило время упрочнения на 70—80 % [2].

1.3 Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита

Анализ условий работы и результатов эксплуатации надрессорных балок тележки, пятника и автосцепки грузового вагона из низколегированных сталей марок 20ГЛ, 20ФЛ и 20ГФЛ, относящихся к феррито-перлитному классу, показал, что эти детали при работе в условиях сухого трения и наличии высоких контактных и ударных нагрузок обладают низкой износостойкостью при интенсивности износа рабочих поверхностей 1,2-2,0 мм на 100 тыс. км пробега.

Количество основных литых деталей грузовых вагонов, находящихся в настоящее время в эксплуатации превышает 1,8 млн. единиц каждого наименования. В связи с большой их металлоемкостью, трудоемкостью в изготовлении, высокой стоимостью и дефицитностью значительное количество деталей по достижении предельно допустимого износа (в среднем после 3-х лет эксплуатации или 210 тыс. км пробега) подвергаются ремонту дуговыми методами наплавки с последующей станочной обработкой до чертежных размеров.

В результате было выявлено, что микроструктура комплекснолегированного наплавленного металла типа ХГ2СМФ внутри бывшего аустенитного зерна представляет собой смесь, состоящую преимущественно из игольчатого феррита и небольшого количества (15%) мартенсита, остаточного аустенита и легированного цементита (МАК-фазы). По границам бывших аустенитных зерен выявлен полигональный феррит в виде тонких прожилок. По всему объему наплавленного металла равномерно распределены мелкодисперсные неметаллические включения (оксиды) округлой формы. Специальных карбидов не было обнаружено.

Установлено также, что из-за низкого содержания углерода (0,05%) в металле, наплавленном сварочной проволокой Св-08ХГ2СМФ на сталь 20ГЛ, при его непрерывном охлаждении превращение аустенита проходит

с выделением значительного количества полигонального феррита (25%), что значительно снижает его механические свойства и износостойкость. Это послужило основанием для разработки нового комплекснолегированного наплавочного материала - порошковой проволоки для механизированной наплавки литых деталей грузовых вагонов в среде углекислого газа.

Технология наплавки порошковой проволокой имеет преимущество перед технологией наплавки сплошной проволокой под флюсом по производительности наплавки, маневренности процесса и другим сварочно-технологическим и технико-экономическим показателям.

На основании результатов исследования была разработана и внедрена на ремонтных предприятиях сети железных дорог России порошковая проволока марки ПП-АН180МН для высокопроизводительной наплавки в углекислом газе на рабочие поверхности литых деталей грузовых вагонов слоя стали, более чем в 5 раз превышающего по износостойкости основной металл, а также металл, наплавленный ранее применявшимися низколегированными сварочными материалами, при этом сочетающего высокую прочность, пластичность, ударную вязкость и сопротивляемость образованию холодных трещин.

Годовой экономический эффект от внедрения технологии наплавки литых деталей грузовых вагонов проволокой марки ПП-АН180МН при общесетевой программе ремонта 250000 вагонов составит не менее 1,83 млрд. руб [3].

1.4 Заключение

Основываясь на приведенных выше статьях, выбирается автоматическая наплавка в защитном газе порошковой проволокой.

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок ремонта и восстановления тягового хомута. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода наплавки и наплавочных материалов, расчёт режимов наплавки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса ремонта и восстановления тягового хомута

были выявлены существенные недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет внедрения кантователя для наплавки;
- заменить наплавку покрытыми электродами, наплавкой в защитном газе порошковой проволокой;
- произвести замену оборудования на соответствующее новому технологическому процессу.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа наплавки и сварочных материалов

Восстанавливаемое изделие – тяговый хомут. Тяговый хомут изготовлен из стали марки 20ГЛ (свариваемость хорошая, сварные соединения высокого качества, сварка выполняется без применения особых приемов) [4]. Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании надежности изделия с хорошей технологической надежностью и небольшой себестоимостью [4].

Химический состав и механические свойства стали 20ГЛ приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Химический состав стали 20ГЛ в % [5]

C	Mn	Si	P	S
0,15-0,25	1,2-1,6	0,2-0,4	0,040	0,040

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 20ГЛ [5]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	ψ %	KCU (кДж/м ²)
550	280	18	25	250

Это сталь для отливок легированная. Свариваемость - без ограничений (кроме химико-термически обработанных деталей). Способы наплавки РДС, АДС под флюсом и газовой защитой - без ограничений [4].

Способ наплавки при разработке технологии следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными.

Принимаем наплавку порошковой проволокой в защитном газе и

сплошной проволокой. Существует ряд преимуществ наплавки в защитном газе:

- меньшие по сравнению с наплавкой под флюсом зона термического влияния и нагрев деталей, что позволяет качественно наплавлять детали диаметром менее 40 мм;
- возможность наплавки при любом пространственном положении детали;
- более высокая (на 20—30 %) производительность процесса;
- отсутствие трудоемкой операции по удалению шлаковой корки и очистке наплавленного металла;
- меньшая удельная стоимость восстановительных работ.

Недостатки данного способа:

- значительное разбрызгивание металла;
- необходимость применения электродной проволоки с повышенным содержанием легирующих элементов для получения наплавленного металла с теми же свойствами;
- ограниченные возможности легирования наплавленного металла;
- открытое световое излучение дуги.

Высокую производительность обеспечивает автоматическая наплавка в среде углекислого газа. Сущность способа заключается в том, что сварочная дуга и расплавленный металл защищаются от вредного влияния воздуха струей углекислого газа, подаваемого в сварочную зону. Под действием высокой температуры углекислый газ разлагается на окись углерода и атомарный кислород. Окись углерода не растворима в жидком металле и защищает сварочную ванну от насыщения атмосферными газами, т. е. предупреждает образование пористости шва. Атомарный же кислород взаимодействует с содержащимися в сварочной проволоке элементами-раскислителями (Mn, Si) и образует на поверхности сварочной ванны флюсовую пленку из их окислов. Последняя выполняет роль дополнительной защиты сварочной ванны при случайном нарушении

сплошности потока углекислого газа, вызываемой порывами ветра, резкими движениями сварочной горелки и другими причинами.

Сварку и наплавку в углекислом газе ведут с помощью специального оборудования или обычных шланговых полуавтоматов и наплавочных головок. Их применяют при ремонте металлоконструкций из листовой стали небольшой толщины, а также для устранения дефектов резьбы, осей, зубьев, пальцев, шеек валов и т.д. В отличие от наплавки под слоем флюса, наплавка в среде углекислого газа может применяться для деталей небольших диаметров [6]. Наплавку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов - раскислителей. Выбираем проволоку ПП-АН-180МН ГОСТ 2246-70 и сплошную проволоку Св-08Г2С.

Проволока ПП-АН-180МН ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром 1,6...2,8 мм. Она поставляется в кассетах, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав наплавленного металла в % по ГОСТ 2246-70 [6]

Марка проволоки	Химический состав								
	C	Si	Mn	Ti	Ni	Cr	V	S	P
								не более	
ПП-АН-180МН	0,11-0,15	0,45-0,75	0,80-1,20	0,02-0,06	0,40-0,65	0,70-1,20	0,05-0,10	0,04	0,04

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [6]

Марка проволоки	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	НВ
ПП-АН-180МН	-	-	-	250-300

Проволока Св-08Г2С ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [7]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08Г2С	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	≤0,025	≤0,02	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.6 – Механические свойства металла шва [7]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КCU, кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-20 ⁰ С
Св-08Г2С	540	24	100	60

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь двуокиси углерода с аргоном в соотношении 18% двуокиси углерода к 82% аргона.

Смесь, изготовленная по ТУ–2114–003–49632579-2009 железнодорожным транспортом в баллонах черного цвета с белой надписью “смесь Ar-CO₂” поставляют в Кузбасский отдел материально-технического обеспечения (КОМТО), после чего по заявкам направляются в структурные подразделения Тайгинского узла железнодорожного транспорта.

Сырьем для изготовления являются двуокись углерода и аргон.

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры.

Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Состав CO₂, в % [7]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20°С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

В качестве инертного газа в смесь входит аргон по ГОСТ 10157 – 79. Состав приведён в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Состав Ar, в % [7]

Содержание	Сорт	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
Объемная доля кислорода, %, не менее	0,0007	0,002
Объемная доля азота, %, не менее	0,005	0,01

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов наплавки и отношения к ним металлов. Процесс наплавки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов

рассматривают с технологической и физической точки зрения [8].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом наплавки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу наплавки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение и надёжный контакт наплавленного металла с основным.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов (в данном случае основного и наплавленного), их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности наплавки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах наплавки наблюдается заметное

окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;
- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, - это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [9]:

$$C_{\text{экв}} = C + (\text{Mn}/6) + (\text{Si}/24) + (\text{Ni}/10) + (\text{Cr}/5) + (\text{Mo}/4) + (\text{V}/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 20ГЛ:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (1,2/6) + (0,4/24) = 0,367 \, \%.$$

Сталь 20ГЛ – легированная, для отливок ГОСТ977-88 [5]. Сталь для отливок выплавляют в электрических печах с основной футеровкой. Допускается выплавлять сталь в основных мартеновских печах. Массовая доля серы и фосфора в стали не должна быть более 0,020% (каждого элемента).

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Необходимо отметить, что аргон, входящий в смесь газов в составе

80%, является инертным газом. Поэтому он не участвует в химических реакциях, его роль сводится только к физической защите сварочной ванны.

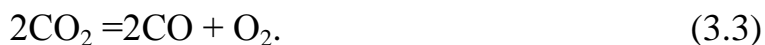
Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [10]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [9].

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, защищает достаточно длительно довольно широкую и протяженную зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в смеси $\text{Ar} + \text{CO}_2$ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



При сварке в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за

выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12 - 0,14% С, не ниже 0,5 - 0,8% Мп. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне-марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [9].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ проволокой Св – 08Г2С остается на необходимом уровне.

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона - до 80 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные беспористые швы.

С увеличением выгорания кремния происходит образование

горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособности при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов, размеры при сварке в $Ar+CO_2$ должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима наплавки плавящимся электродом в смеси газов следующие [10]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{эп}$;
- скорость сварки V_c ;
- сварочный ток – I_c ;
- напряжение сварки – U_c ;
- вылет электродной проволоки – l_v ;
- скорость подачи электродной проволоки - $V_{эп}$;
- общее количество проходов - $n_{пр}$;
- расход защитной смеси $g_{зг}$.

Расчёт режимов наплавки выполним по наплавленному металлу [8].

Наплавка автоматическая, выполняется порошковой проволокой ПП-АН-180МН, в нижнем положении.

Диаметр электродной проволоки рассчитываем по известной площади наплавленного металла соответствующего прохода, мм. [8].

$$d_{\text{ЭП}} = K_d \cdot F_{\text{Н}}^{0,625}. \quad (3.8)$$

Коэффициент K_d выбираем в зависимости от положения шва и способа сварки по уровню автоматизации.

Ориентировочно площадь заполняющего проходов принимаем $F_{\text{Н}}=30 \text{ мм}^2$.

Площадь наплавленного металла $F_{\text{НО}}=115 \text{ мм}^2$

Определим общее количество проходов [8]:

$$n_{\text{по}} = \frac{F_{\text{НО}}}{F_{\text{Н}}} = \frac{115}{30} = 3,83. \quad (3.9)$$

Примем $n_{\text{по}} = 4$.

Уточним площадь $F_{\text{Н}}$ с учетом количества проходов [8]:

$$F_{\text{Н}}^* = \frac{F_{\text{НО}}}{n_{\text{по}}} = \frac{115}{4} = 28,75 \text{ мм}^2. \quad (3.10)$$

Рассчитаем диаметр электродной проволоки для заполняющих проходов $d_{\text{ЭП}}$, $K_d=0,149 \dots 0,409$:

$$d_{\text{ЭП}}=(0,149 \dots 0,409) \cdot F_{\text{Н}}^{0,625}=(0,149 \dots 0,409) \cdot 28,75^{0,625}=1,2 \dots 3,34 \text{ мм}, \quad (3.11)$$

Примем стандартные значения диаметра сварочной проволоки:

$d_{\text{ЭП}}=2,0 \text{ мм}$.

Рассчитаем скорость сварки для заполняющих проходов [8]:

$$V_{\text{С}} = \frac{8,9 \cdot d_{\text{ЭП}}^2 + 50,6 \cdot d_{\text{ЭП}}^{1,5}}{F_{\text{НЗ}}} = \frac{8,9 \cdot 2,0^2 + 50,6 \cdot 2,0^{1,5}}{28,75} = 6,22 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.12)$$

Принимаем $V_{\text{С}}=6 \frac{\text{мм}}{\text{с}}=21,6 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$.

При известных площадях наплавленного металла, диаметрах электродных проволок и скорости сварки рассчитаем скорости подачи электродной проволоки по формуле [8]:

$$V_{\text{ЭП}} = \frac{4 \cdot V_{\text{С}} \cdot F_{\text{НЗ}}}{\pi \cdot d_{\text{ЭП}}^{1,5} \cdot 1 - \psi_{\text{Р}}} = \frac{4 \cdot 6 \cdot 28,75}{\pi \cdot 2,0^{1,5} \cdot 1 - 0,1} = 61 \frac{\text{мм}}{\text{с}}. \quad (3.13)$$

Рассчитаем сварочный ток для заполняющего проходов при сварке на обратной полярности [8]:

$$I_{C3}^{(+)} = d_{\text{ЭП}} \cdot \sqrt{1450 \cdot d_{\text{ЭП}} \cdot V_{\text{ЭП}} + 145150} - 382 =$$

$$= 2,0 \cdot \sqrt{1450 \cdot 2,0 \cdot 61 + 145150} - 382 = 371 \text{ A.} \quad (3.14)$$

Расчетное значение сварочного тока не выходит за пределы ограничений $I_C^{\text{Л}} \leq 510 \text{ A}$.

При расчете режимов для смеси газов Ar + CO₂ необходимо вводить поправочный коэффициент $k_{\text{см}}$, $k_{\text{см}} = 1,1 \dots 1,15$.

С учетом поправочного коэффициента:

$$I_C = 371 \cdot 1,1 = 408 \text{ A.}$$

Определим напряжение сварки для заполняющих проходов [8]:

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_C, \quad (3.15)$$

$$U_C = 14 + 0,05 \cdot I_{C3} = 14 + 0,05 \cdot 408 = 34,4 \text{ В.}$$

Расход смеси газов [5]:

$$q_{3\Gamma} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0,75}, \quad (3.16)$$

$$q_3 = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{C3}^{0,75} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot 408^{0,75} = 0,279 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 16,7 \frac{\text{л}}{\text{мин}}.$$

Полученные параметры режима сварки по ГОСТ 14771-76 сведем в таблицу 3.9:

Таблица 3.9 - Режимы наплавки в смеси газов стали 20ГЛ

$d_{\text{ЭП}}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	I_b , мм	Расход газа, л/мин	N
2,0	21,6	408	34,4	24	16,7	4

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта ремонта и восстановления изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации

производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических

поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [11], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 3000$ штук, а масса тягового хомута равна 106,6 кг, заключаем, что проектируемое ремонтное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс ремонта и восстановления тягового хомута начинается с наплавки изношенных поверхностей.

Ремонт и восстановление тягового хомута производится на кантователе. Там же производится слесарная обработка, и контроль (операции 010, 030-050). Фрезерование производится на горизонтально-фрезерном 6Р10 станке (операции 015-025).

Подробно процесс ремонта и восстановления тягового хомута приведен в технологическом процессе (Приложение В).

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят к нетехнологичным. Тяговый хомут состоит из одной монолитной детали, при ремонте вырезаются и завариваются трещины.

На стадии разработки технологии ремонта металлических изделий уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий обрабатывающую и восстановительные стадии ремонта.

Перечень показателей технологичности изделий устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [11].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Применение оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при наплавке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием крана-балки.

Согласно базовому технологическому процессу при ремонте тягового хомута наплавка ведется ручной дуговой сваркой (сварочный выпрямитель ВДУ-506) и сваркой в защитном газе сплошной проволокой (Сварочный полуавтомат ПДГ-508М ТУ 3441-075-057.58.322-2000; Сварочный выпрямитель КИГ 601).

Заменим сварочное оборудование на оборудоване обеспечивающее сварку как порошковой, так и сплошной проволокой (Сварочный полуавтомат ПДГО-570-4К (серия 1) с выпрямителем Форсаж-502).

Предлагаемый технологический процесс ремонта и восстановления тягового хомута выполняется механизированной наплавкой в смеси газов.

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [12]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}) \cdot K_{п}, \quad (3.17)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.,

L – длина наплавляемой поверхности, мм,

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, согласно литературе [12] составляет 0,6, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}\right), \quad (3.18)$$

где T_o – основное время сварки, мин,

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины наплавляемой поверхности согласно литературе [12], $t_{в.ш} = 0,75$ мин,

$a_{\text{обс.}}, a_{\text{от.л}}, a_{\text{п-з}}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени. Для автоматической наплавки плавящимся электродом под слоем флюса сумма коэффициентов составляет 27%, [12].

Основное время для автоматической наплавки плавящимся электродом в смеси газов определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_l \cdot \gamma \cdot 60}{I_l \cdot \alpha} \cdot \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.19)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²;

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А·ч).

Для примера рассчитаем норму времени механизированной наплавки плавящимся электродом в смеси газов на выполнение наплавленного слоя в операции 010.

Исходные данные:

- марки сталей: 20ГЛ;
- марка электродной проволоки ПП-АН-180МН (для предлагаемого варианта);
- наплавляемая подготовленная поверхность;
- длина наплавляемой поверхности 110 мм;
- положение наплавляемой поверхности нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла $F = 115$ мм²;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки ПП-АН-180МН при механизированной сварке составляет $\alpha_n = 15$ г/(А·ч).

Количество проходов – $n = 4$ шт.

$$T_o = \frac{28,75 \cdot 7,85 \cdot 60}{408 \cdot 15} \cdot 4 = 8,85 \text{ мин.}$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (8,85+0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 12,2 \text{ мин.},$$

Определим норму штучного времени:

$$T_{шт} = 12,2 \cdot 0,11 + 0,75 = 1,94 \text{ мин.},$$

Данные расчетов сводим в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления тягового хомута

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.
005	Дефектоскопия	10,4	Дефектоскопия	10,4
010	Сварочная	3,25	Сварочная	1,94
015	Перемещение	1,8	Перемещение	1,8
020	Фрезерная	8,1	Фрезерная	8,1
025	Перемещение	1,8	Перемещение	1,8
030	Слесарная	11,8	Слесарная	11,8
035	Сварочная	49,8	Сварочная	44,3
040	Слесарная	15,1	Слесарная	15,1
045	Сварочная	69,4	Сварочная	35,8
050	Слесарная	19,2	Слесарная	19,2
055	Слесарная	5,9	Слесарная	5,9
Итого:		196,55		156,14

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для ремонта и восстановления данного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии.
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания.
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации.
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования.
5. Наименьшая масса.
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования.
7. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование:

Технические характеристики полуавтомата ПДГО-570-4К (серия 1) с выпрямителем Форсаж-502 [13]

Наименование параметра	Значение
Напряжение питания, 50Гц, В	3х380 ± 10%
Номинальный сварочный ток, А,	500
Продолжительность включения, ПВ, при номинальном токе и цикле сварки 10 мин., (%)	60
Диапазон регулирования сварочного тока, А	60-500
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	18 – 50,0
Потребляемая мощность, кВА, не более,	27
Род сварочного тока	постоянный
Вид регулирования сварочного напряжения	плавное
Охлаждение	принудительное
Диаметр сплошной сварочной проволоки, мм	0,8-2,0
Диаметр порошковой сварочной проволоки, мм	1,2- 3,2
Диаметр алюминиевой сварочной проволоки, мм	1,0- 3,2

Кол-во ведущих роликов, шт.	4
Тип разъема сварочной горелки	евроразъем
Скорость подачи проволоки, м / ч	35 - 1500
Расход защитного газа, л / ч	500-1200
Индикация сварочного напряжения, тока и скорости	цифровая
Масса проволоки на кассете, кг, не более	18
Диаметр кассеты с проволокой, мм, не более	300
Температура эксплуатации, °С	-10...+40
Габаритные размеры, (ДхШхВ) мм	
- механизм подачи:	660x185x400
- источник питания (выпрямитель)	430x225x435
Масса, кг	
- механизм подачи:	13
- источник питания (выпрямитель)	25,9

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных и наплавочных работ – наиболее важная проблема в области сварки [14].

Основные дефекты наплавки: трещины в наплавленном слое и в зоне сплавления с основным металлом детали, поры и раковины, шлаковые включения, несплавления слоя с основным металлом детали, подрезы и др.

Дефекты могут быть внешними, выходящими на поверхность наплавов, и внутренними, располагающимися внутри наплавленного слоя. Внешние дефекты обнаружить сравнительно легко путем осмотра наплавов, с помощью магнитной дефектоскопии и пр. Обнаружение внутренних дефектов представляет сложную и не всегда надежно разрешимую задачу. В этом случае пользуются методом контроля: просвечиванием рентгеновскими или гамма-лучами, методом магнитной и

ультразвуковой дефектоскопии, металлографическими исследованиями макро- и микрошлифов и др.

Трещины являются наиболее опасным дефектом наплавов, так как под воздействием быстроизменяющихся нагрузок или тепловых колебаний они могут развиваться, т. е. увеличиваться в размерах, что может привести к преждевременному выходу детали из строя. Поэтому контролю на обнаружение трещин необходимо уделять весьма серьезное внимание.

Возникновение трещин зависит от содержания углерода и серы в наплавленном металле, от недостаточного предварительного подогрева детали при наплавке, жесткости изделия и пр. Холодные трещины могут возникать при отсутствии замедленного охлаждения детали после наплавки.

Поры могут образовываться при использовании влажного или отсыревшего флюса, при наличии ржавчины на наплавляемых поверхностях, при недостаточном слое флюса и пр. Поры появляются при наплавке по металлу, ранее наплавленному электродами с меловой обмазкой, который содержит повышенное количество азота.

Поры являются менее опасным дефектом, чем трещины, но их наличие снижает износостойкость и прочность наплавленного металла.

Шлаковые включения чаще наблюдаются при многослойной наплавке. Они являются результатом наплавки по неудаленной или плохо удаленной шлаковой корке с предыдущих слоев. При этом шлак не успевает расплавиться и всплыть на поверхность металла, вследствие чего остается в металле в виде шлаковых включений.

Несплавления наплавленного металла с основным металлом детали могут образоваться при несоответствии выбранной скорости наплавки, неправильной установке электрода, загрязнении наплавляемых поверхностей, нарушении режима наплавки и пр. Наличие этих дефектов может привести к отколу наплавленного слоя в процессе работы восстановленной детали.

Часто наплавленные детали устанавливают на машины без последующей механической обработки (ножи бульдозеров, опорные катки тракторов и др.). В этом случае важным требованием является гладкая поверхность наплавленного слоя. Причиной наплывов и углублений в наплавленном слое является нарушение режима наплавки — силы тока, напряжения дуги, скорости наплавки, смещения электрода с зенита при наплавке цилиндрических деталей, величины вылета электрода и пр.

Причиной поверхностных дефектов наплавленного слоя может явиться и плохая устойчивость дуги [15].

Наплавленные детали подвергают неразрушающим или разрушающим методам контроля.

Неразрушающие методы контроля качества наплавленного металла.

Применяются следующие методы неразрушающего контроля:

- визуальный контроль для определения качества формирования наплавленного металла, наличия трещин, отколов, свищей и других дефектов, выходящих на поверхность наплавленного металла;
- люминесцентный или цветной контроль с целью выявления дефектов выходящих на поверхность наплавленного металла, но не выявляемых визуально;
- магнитный контроль для выявления дефектов на поверхности и на небольшой глубине под поверхностью наплавленного металла;
- ультразвуковой контроль, гамма- и рентгенодефектоскопия для выявления дефектов в наплавленном слое и на границе сплавления.

Разрушающие методы контроля качества наплавленного металла

Как правило, разрушающим методам контроля подвергают образцы-свидетели, которые наплавляют и одновременно подвергают термообработке со штатными изделиями. К этой группе методов контроля можно отнести:

- контроль химического состава наплавленного металла;
- механические испытания и контроль твердости наплавленного

металла (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение и сужение, ударная вязкость, прочность сцепления основного и наплавленного металла на срез и отрыв);

- коррозионные испытания [16].

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними.

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;

- структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

- в зависимости от времени существования:

- временные - существующие лишь в определённый момент времени;

- остаточные - остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области:

- напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;

- напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;

- напряжения третьего рода – уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода.

По направлению действия напряжения и деформации различают:

- продольные (вдоль оси шва);
- поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

- линейные (действующие в одном направлении);
- плоскостные (действующие в двух направлениях);
- объёмные (действующие в трёх направлениях).

В зависимости от изменения при сварке форм и размеров детали различают:

- деформации в плоскости – проявляются в изменении формы и размеров детали. Они могут быть продольными, поперечными и изгиба;
- деформации из плоскости – проявляются в образовании поперечных или продольных волн, изломов и т.д.

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

- мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;
- мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений [14].

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

- минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению остаточных деформаций и напряжений;
- симметричное расположение швов;
- оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;
- закрепление изделия в приспособлениях;
- прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к

неоправданному удорожанию изделия.

При ремонте тягового хомута применяется визуальный способ контроля сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуального контроля:

- простота контроля;
- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

3.2.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [17].

Разработка технологических процессов включает:

- расчленение изделия на сборочные единицы;
- установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [12].

3.3 Конструкторский раздел

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Кантователь позволяет облегчить кантовку изделия во время наплавки. Применение при этом модернизированного фиксатора сокращает вспомогательное время на установку изделия в кантователь.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки и перемещения используется кран-балка грузоподъемностью 2 тонны.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого

механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования [18].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется кантователь наплавочный (см. ФЮРА.000001.550.00.000 СБ).

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [11].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и

места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [11].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха - всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять

всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [11].

Для проектируемого ремонта и восстановления тягового хомута принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования находится по формуле [11]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.20)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 3000$ шт.;

$T_{шт}$ - трудоемкость определенной операции, мин.;

F_d - действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,
 $F_d=3752$ ч.;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм., $K_{вн}=1,0$.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в

таблицы 3.11, 3.12 и 3.13. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [19]:

$$K_{30} = C_p / C_n \cdot 100, \quad (3.21)$$

где C_p - расчетное количество оборудования, шт.;

C_n - принятое количество оборудования, шт.

Таблица 3.11 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Номер операции	Наименование оборудования	$T_{ш}$, мин	C_p , шт	C_n , шт	K_{30} , %
Базовый технологический процесс					
005	Стенд осмотра и магнитного контроля	10,4	0,14	1	13,8
010, 030-055	Сварочный стол	174,45	2,32	3	77,3
015-025	Станок горизонтально-фрезерный 6P10.	11,7	0,16	1	15,5
Предлагаемый технологический процесс					
005	Стенд осмотра и магнитного контроля	10,4	0,14	1	13,8
010, 030-055	Кантователь ФЮРА.000001.550.00.000 СБ	134,4	1,78	2	89,1
015-025	Станок горизонтально-фрезерный 6P10	11,7	0,16	1	15,5

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	C_n , шт	K_{30}
Базовый	3	77,3
Предлагаемый	2	89,1

В соответствии с количеством рабочих мест принимаем для

базового варианта количество сварочного оборудования равным 3 шт. и принятого варианта количество сварочного оборудования равным 2 шт.

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [17]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.22)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.23)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.; $N = 3000$ шт.;

$T_{\text{шт}}$ - трудоемкость технологического процесса, мин.;

$F_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени, ч $F_{\text{д}} = 1739$ ч.;

$F_{\text{н}}$ - номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_{\text{н}} = 1976$ ч.;

$K_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой $P_{\text{п}}$.

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [17]:

$$P_{\text{всп}} = P_{\text{сп}} \cdot \Pi / 100, \quad (3.24)$$

где $P_{\text{сп}}$ - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Π – процент вспомогательных рабочих, $\Pi = 25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и

младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [17]:

$$P_{\text{итр}} = (P_{\text{сп}} + P_{\text{всп}}) \times \Pi / 100, \quad (3.25)$$

где Π для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{\text{ш}}$, мин.	196,55	156,14
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{\text{сп}}$ и $P_{\text{п}}$, чел.	5,65/6	4,48/5
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{\text{яв}}$ и $P_{\text{п}}$, чел.	4,97/5	3,95/4
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{\text{яв}}$ и $P_{\text{п}}$, чел.	1,5/2	1,25/2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,64/1	0,56/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,16/1	0,14/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,08/1	0,07/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [17]:

$$k_p = P_{\text{яв}} / P_{\text{яв1}}, \quad (3.26)$$

где k_p - коэффициент сменности,

$P_{\text{яв1}}$ - число рабочих в первую смену, чел.

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 5/3 = 1,67.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 4/2 = 2.$$

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат

продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;
- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [11].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [11].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по

нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [11].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка ремонта и восстановления тягового хомута комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой механизмов, машин и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [11]:

$$C_m = \frac{k \cdot T_m}{T_{nm} + kT_m} \cdot 100\%, \quad (3.27)$$

где T_m – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин, $T_m = 8707$ мин;

T_{nm} – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом, $T_{nm} = 1105$ мин;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке, $k = 2$ [11].

$$C_m = \frac{2 \cdot 8707}{1105 + 2 \cdot 8707} = 93 \, \%.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса

можно определить по формуле [9]:

$$Y_m = C_m(1 - 1/k) = 93(1 - 1/2) = 46,5\%. \quad (3.28)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка ремонта и восстановления тягового хомута представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
1	2	3	4	5
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8

Продолжение таблицы 3.15

1	2	3	4	5
Душевые	Кабина 0,9х0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62х2
	Место для переодевания 0,7х0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1х6
	Тамбур	Между душевой и раздевательной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1х8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи следует располагать на достаточно большом расстоянии от уборных [20].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг - это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса ремонта и восстановления тягового хомута допускает различные варианты решения.

Тяговый хомут представляет собой стальную отливку, состоящую из двух горизонтальных полос, соединенных по концам вертикальными связями. Передняя часть хомута имеет окно для прохода хвостовика автосцепки и отверстия для клина. В нижней части хомута под отверстием для клина есть два ушка с отверстиями для постановки болтов, служащих опорой клину.

Тяговый хомут является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих железнодорожные вагоны.

Существует базовый вариант ремонта тягового хомута, который используется в вагонном эксплуатационном депо Тайга ВЧДр-17.

При замене базового варианта технологического процесса ремонта и восстановления на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [19]:

$$З_{\pi} = C + E_{\pi} \cdot K, \quad (4.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

E_{π} - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K - капиталовложения, руб/ед.год.

Согласно базовому технологическому процессу ремонтные операции при восстановлении тягового хомута производятся на сварочном столе.

Наплавка производится покрытыми электродами и в смеси газов, в качестве сварочного оборудования используется сварочный выпрямитель ВДУ-506, сварочный полуавтомат ПДГ-508М и сварочный выпрямитель КИГ 601.

В предлагаемом технологическом процессе применим кантователь.

Для данного вида наплавки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим устаревшее оборудование и откажемся от выпрямителя для ручной дуговой сварки.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов ремонта тягового хомута приведены в таблице 3.11.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [19]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n C_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

где C_{oi} - оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i - количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} - коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2016 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [13, 15, 16, 17, 20]

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
ВДУ-506 3 шт.	173510
ПДГ-508М 3 шт.	
КИГ 601 3 шт.	
Предлагаемый технологический процесс	
ПДГО-570-4К 2 шт.	173800
Форсаж-502 2 шт.	

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _{со} , руб.·год
Базовый технологический процесс	
ВДУ-506 3 шт. ПДГ-508М 3 шт. КИГ 601 3 шт.	402670
Предлагаемый технологический процесс	
ПДГО-570-4К 2 шт. Форсаж-502 2 шт.	309712

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [9]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot P_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{пр}j}$ - оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

P_j - количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ - коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Базовый тех. процесс		Предлагаемый тех. процесс	
		С _п , шт	К _{пр} , руб.·год	С _п , шт	К _{пр} , руб.·год
Стенд осмотра и магнитного контроля	235000	1	32430	1	32430
Сварочный стол	50000	3	115950	—	—
Станок горизонтально-фрезерный 6Р10	1600000	1	248000	1	248000
Кантователь ФЮРА.000001.550.00.000СБ	225500	—	—	2	401841
ИТОГО			396380		682271

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [19]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{Oi} \cdot h \cdot k_B \cdot \mu_{Oi} \cdot C_{зд}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

где S_{Oi} - площадь, занимаемая единицей оборудования, $m^2/ед.$

Для базового технологического процесса: $S_1=12 m^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S_1=11,5 m^2$,

h - высота производственного здания, м, $h = 12m$ [21];

k_B - 1,75...3,00 - коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$C_{зд}$ - стоимость $1m^3$ здания на 01.01.2016 для депо Тайга ВЧДр-17 составляет, $C_{зд}=94 \text{ руб}/m^3$.

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{зд}$, руб.
Базовый технологический процесс	
ВДУ-506 ПДГ-508М КИГ 601	136939
Предлагаемый технологический процесс	
ПДГО-570-4К Форсаж-502	111638

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл идущий на изготовление изделия определяем по формуле [19]:

$$C_M = m_M \cdot k_{Т.З.} \cdot C_M, \text{ руб./изд.}, \quad (4.5)$$

где m_M – норма расхода материала на одно изделие, кг.;

C_M - средняя оптовая цена стали 20ГЛ на 01.01.2016, руб./кг.:

-для стали 20ГЛ $C_M = 31,5$ руб./кг;

$k_{Т.З.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{Т.З.} = 1,04$ [19].

Так как в данном техпроцессе производится ремонт готового изделия, и ремонт не требует замены деталей, то затраты на металл отсутствуют.

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [19]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{nd} \cdot C_{п.с.}, \text{ руб./изд.}, \quad (4.6)$$

где G_d - масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг.: $G_{d1} = 0,115$ кг-для проволоки Св-08Г2С и $G_{d2} = 0,805$ кг - для покрытых электродов Э-50А для базового технологического процесса; $G_d = 0,805$ кг - для проволоки ПП-АН-180МН; $G_d = 0,115$ кг - для проволоки Св-08Г2С для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [18], $k_{р-п.с.} = 1,02$, для покрытых электродов $k_{р-п.с.} = 1,6$;

$C_{п.с1} = 160$ - стоимость сварочной проволоки ПП-АН-180МН, руб/кг по данным депо Тайга ВЧДр-17 на 01.01.2016;

$C_{п.с2} = 25$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С, руб/кг по данным депо Тайга ВЧДр-17 на 01.01.2016.

$C_{п.с2} = 51,69$ - стоимость покрытых электродов Э-50А, руб/кг по данным депо Тайга ВЧДр-17 на 01.01.2016.

$$C_{п.сбаз.} = 0,115 \cdot 25 \cdot 1,02 + 0,805 \cdot 1,6 \cdot 51,69 = 69,51 \text{ руб.},$$

$$C_{п.спредл.} = (0,115 \cdot 25 + 0,805 \cdot 160) \cdot 1,02 = 134,31 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [8]:

$$C_{з. г.} = g_{з. г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где $g_{з. г.}$ - расход смеси, $g_{з. г.} = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч.}$;

$k_{т.п.}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [19];

$\Pi_{г.з.}$ - стоимость смеси, м^3 , $\Pi_{г.з.} = 51,17 \text{ руб./м}^3$;

T_o - основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 0,83$ ч. - для базового варианта, $T_o = 1,367$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з. г.} = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч.}$

Для базового технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 0,83 = 35,67 \text{ руб./изд.}$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 0,72 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 1,367 = 57,93 \text{ руб./изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (ТС \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)/100], \quad (4.8)$$

где ТС- тарифная ставка на 01.01.2016, руб., ТС– 80,34 руб.;

K_d -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

$K_{рай}$ - районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (81,34 \cdot 3,28) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 793,52 \text{ руб./изд.}$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (81,34 \cdot 2,6) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 630,37 \text{ руб./изд.}$$

4.2.6 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [8]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (4.11)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_o - основное время сварки;

η_u - КПД оборудования, для базового технологического процесса: $\eta_u = 0,92$, для предлагаемого технологического процесса: $\eta_u = 0,93$;

P_x - мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u - коэффициент учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [8]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot C_э, \quad (4.12)$$

где $C_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным депо Тайга ВЧДР-17, $C_э = 3,73$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 78,64$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 91,8$ руб.

4.2.7 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяются по формуле [19]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{\text{ЭН}} \cdot k_{\text{ТП}} \cdot C_{возд}, \text{ руб./изд.}, \quad (4.13)$$

где $g_{возд}^{\text{ЭН}}$ - расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$k_{\text{ТП}}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{\text{ТП}} = 1,15$.

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{возд}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб/м}^3$, стоимость воздуха на 01.01.2016 г.;

$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,25 \text{ руб./изд.}$

4.2.8 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [19]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.14)$$

где a_i - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [19];

r_i - коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	$a_i, \%$	$C_3, \text{руб/изд.}$	$a_i, \%$	$C_3, \text{руб/изд.}$
ВДУ-506 ПДГ-508М КИГ 601	19,4	3122,39		-
ПДГО-570-4К Форсаж-502		-	19,4	2403,36

4.2.9 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [19]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.15)$$

где a_j - норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j = 0,15$ [19];

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		П _ж , шт.	С _и , руб/изд.	П _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Стенд осмотра и магнитного контроля	235000	1	1,62	1	1,62
Сварочный стол	50000	3	5,8	–	–
Станок горизонтально-фрезерный 6Р10	1600000	1	12,4	1	12,4
Кантователь ФЮРА.000001.550.00.000СБ	225500	–	–	1	20,09
ИТОГО			19,82		34,11

4.2.10 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [19]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}}{T_{\text{рц}}} \cdot \sum \frac{T_{\text{ш}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.16)$$

где R_m $R_{\text{э}}$ - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 0$ [19];

ω - затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ - длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000 \text{ ч.}$ [19].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R _э	ω _э	T, ч	C _р , руб/год.
Базовый технологический процесс				
ВДУ-506	8	1849,5	3,28	0,08
ПДГ-508М				
КИГ 601				
Итого:				0,08
Предлагаемый технологический процесс				
ПДГО-570-4К	7	1096	2,6	0,03
Форсаж-502				
Итого:				0,03

4.2.11 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [19]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \Pi_{\text{ср.зд.}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.17)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 121,4 \text{ м}^2$ - для базового варианта, $S = 98,97 \text{ м}^2$ - для предлагаемого варианта;

$\Pi_{\text{ср.зд.}}$ - среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд.}} = 250 \text{ руб./год м.}$

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{п}} = \frac{121,4 \cdot 1 \cdot 250}{3000} = 10,12 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{\text{п}} = \frac{98,97 \cdot 1 \cdot 250}{3000} = 8,25 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по приведенной ниже формуле:

$$Z_{\text{п}} = C + \epsilon_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.18)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\epsilon_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат, $\epsilon_{\text{н}} = 0,15$ (руб./ед)/руб. [19];

K_y - удельные капитальные вложения, руб./ед.год.

Себестоимость продукции за год определяется по приведенной ниже формуле:

$$C = N_{\text{Г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{и}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}), \quad (4.19)$$

где $C_{\text{м}}$ - затраты на основной материал, руб.;

$C_{\text{вм}}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{\text{зп.сд}}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{\text{э.с}}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{\text{возд}}$ - затраты на сжатый воздух, руб.;

$C_{\text{з}}$ - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{и}}$ - затраты на амортизацию приспособлений;

$C_{\text{р}}$ - затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{\text{п}}$ - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд}}. \quad (4.20)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 402370 + 396380 + 136939 = 935689 \text{ руб./изд. год,}$$

$$\begin{aligned} C &= 3000 \cdot (0 + 69,51 + 35,17 + 739,52 + 78,64 + 0,25 + 3122,39 + 19,82 + 0,08 + 10,12) = \\ &= 12388479,38 \text{ руб./изд. год,} \end{aligned}$$

$$Z_{\text{п}}^1 = 12388479,38 + 0,15 \cdot 935689 = 12528832,71 \text{ руб./изд. год.}$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому

технологическому процессу:

$$K = 309712 + 682271 + 111638 = 817730 \text{ руб./изд. год,}$$

$$C = 3000 \cdot (0 + 134,31 + 57,93 + 630,37 + 91,8 + 0,25 + 2403,36 + 34,11 + 0,03 + 8,25) = 10081278,81 \text{ руб./изд. год,}$$

$$Z_{\text{п}}^2 = 10081278,81 + 0,15 \cdot 817730 = 10203938,27 \text{ руб./изд. год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Xi = Z_{\text{п}}^1 - Z_{\text{п}}^2, \quad (4.21)$$

$$\Xi = (Z_{\text{п}}^1 - Z_{\text{п}}^2) / N_{\text{г}}. \quad (4.22)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Xi = 12528832,71 - 10203938,27 = 2328894,44 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Xi = (12528832,71 - 10203938,27) / 3000 = 774,96 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления корпуса дает положительный экономический эффект.

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

1. Годовая производственная программа, шт.	3000
2. Средний коэффициент загрузки оборудования	89,1
3. Производственная площадь участка, м ²	98,97
4. Количество оборудования, шт	2
5. Списочное количество рабочих, чел.	5
6. Явочное количество рабочих, чел	4
7. Количество рабочих в первую смену, чел	4
8. Количество вспомогательных рабочих	2
9. Количество ИТР	1
10. Количество МОП	1
11. Количество контролеров	1

12. Разряд основных производственных рабочих	4
13. Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	774,96

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится ремонт и восстановление тягового хомута. При ремонте тягового хомута осуществляются следующие операции: фрезеровка, механизированная сварка в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При ремонте тягового хомута на участке используется следующее оборудование:

- | | |
|-----------------------------------------|-------|
| - выпрямитель Форсаж-502 | 2 шт. |
| - полуавтомата ПДГО-570-4К | 2 шт. |
| - станок горизонтально-фрезерный 6Р10 | 1 шт. |
| - стенд осмотра и магнитного контроля | 1 шт. |
| - кантователь ФЮРА.000001.550.00.000 СБ | 2 шт. |

Перемещение изделия производят кран-балкой грузоподъемностью 2т.

Восстанавливаемое изделие: тяговый хомут, он является частью автосцепного устройства грузового вагона. Масса тягового хомута составляет 106,6 кг.

В качестве материала используют сталь марки: 20ГЛ. Наплавка производится: сваркой в смеси Ar (82 %) + CO₂(18 %) сварочной проволокой Св-08Г2С диаметром 1,6 мм и ПП-АН180МН диаметром 2 мм.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны располагается проход шириной 2 м для перемещения рабочих и электрокаров. Количество оконных проемов – 6. Окраска стен – бежевая.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из

него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 98,97 \text{ м}^2$.

5.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

Каждый работник имеет право на охрану труда, в том числе:

- на рабочее место, защищенное от воздействия вредных или опасных производственных факторов;
- на возмещение вреда, причиненного увечьем, профессиональным заболеванием либо иным повреждением здоровья, связанными с исполнением им трудовых обязанностей;
- на обучение безопасным методам и приемам труда за счет работодателя и др.

Государство в лице органов законодательной, исполнительной и судебной властей гарантирует право на охрану труда работникам,

участвующим в трудовом процессе по трудовому договору (контракту) с работодателем. Условия трудового договора (контракта) должны соответствовать требованиям законодательных и нормативных актов по охране труда.

Различают единые, межотраслевые, отраслевые правила и нормативные документы по охране труда предприятий и организаций. Единые правила распространяются на все отрасли народного хозяйства, межотраслевые - на ряд отраслей или видов производств, отдельные виды оборудования, для которых правила санитарии общие. Отраслевые правила распространяются на отдельные отрасли и обязательны для всех предприятий данной отрасли при выполнении соответствующих работ.

Отраслевые правила и нормы по охране труда утверждаются министерствами и ведомствами совместно или по согласованию с соответствующими профессиональными союзами и распространяются только на те предприятия и организации, рабочие и служащие которых объединяются данным профсоюзом.

Государственные стандарты разрабатываются в соответствии с постановлением правительства и входят в единую Государственную систему стандартизации.

Основополагающим документом в этой системе является ГОСТ 1.0-68 «Государственная система стандартизации. Основные положения». В нем указывается, что основной целью стандартизации наравне с ускорением технического прогресса и повышением эффективности производства является обеспечение безопасности работающих. Основной целью создания ССБТ является упорядочение нормативно-технической документации в области безопасности труда. Эта система представляет собой комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, и распространяется на производственное оборудование, производственные процессы и средства защиты работающих во всех отраслях народного хозяйства. Задачей ССБТ

является установление общих требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов, общих требований безопасности к производственному оборудованию и производственным процессам, требований к средствам защиты работающих, методов оценки безопасности труда.

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.
11. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95. Естественное

и искусственное освещение. Журнал «Светотехника», №№ 11-12, 1995.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток, локальная вибрация.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также CO_2 до $0,5 \div 0,6$ процентов; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$; оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала.

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц меньше $0,1 \text{ м/с}$.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки заготовок и готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

На участке ремонта и восстановления тягового хомута применяем приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов (2 зонта) по формуле [20]:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V, \quad (5.1)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов и неплотностей, м^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с ; $V = 0,5 \text{ м/с}$.

$$L = 3600 \cdot 0,12 \cdot 0,5 = 216 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 216 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный выпрямитель Форсаж-502;
- полуавтомат для дуговой сварки ПДГО-570-4К;
- станок горизонтально-фрезерный 6Р10;
- двигатель кантователя;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно –

транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч).

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг), при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п.

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света.

Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может составлять 0,5-6 кал/см²·мин.

Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные

щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока.

Маска из фибра защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

2. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

Электробезопасность.

На ремонтном участке применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 10Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4х12 миллиметров.

5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация рамы средней на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

5.5 Охрана окружающей среды

Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке ремонта и восстановления тягового хомута ФЮРА.000Р-5П.550.00.000 СБ используют масляные фильтры. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [20].

На проектируемом участке ремонта и восстановления тягового хомута предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [20].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке ремонта и восстановления тягового хомута применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

Кондиционирование предполагает автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса [20].

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры следующие: температура $17 \div 19^{\circ}\text{C}$; относительная влажность $60 \div 40 \%$; скорость движения воздуха

0,3 м/с. В тёплый период года: температура $20\div 22^{\circ}\text{C}$; относительная влажность $60\div 40\%$; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок ремонта и восстановления тягового хомута.

Для ремонта и восстановления тягового хомута в целом применен кантователь, который позволил облегчить кантовку восстанавливаемой детали, заменено сварочное оборудование.

В результате перечисленных нововведений время ремонт ремонта и восстановления тягового хомута сократилось на 0,67 ч.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 3000 изделий.

Площадь спроектированного участка – 98,97 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 89,1 %.

Экономический эффект на единицу продукции составил – 774,96рублей.

Список использованных источников

1. В. А. Коротков, д-р техн. наук, И. Д. Михайлов, канд. техн. наук ООО "Композит" Наплавка плунжеров насосов высокого давления. Сварочное производство 2012 №4. стр. 34-38.
2. В. В. Иванайский, канд. техн. наук, Н. Т. Кривочуров, канд. техн. наук, Е. А. Иванайский, канд. техн. наук, М. Шанчуров, д-р техн. наук. Индукционная наплавка в разделку кромок высоколегированным белым чугуном деталей сельхозмашин. Сварочное производство 2012 №1. стр. 42-44.
3. Д. Н. Абраменко, Повышение износостойкости литых деталей грузовых вагонов дуговой наплавкой слоя стали со структурой игольчатого феррита: диссертация ... кандидата технических наук: 05.16.01, 05.03.06 / Абраменко Денис Николаевич; [Место защиты: НИИ железнодорож. трансп.].- Москва, 2008.- 159 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/391.
4. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.
5. Марочник сталей и сплавов / М.М. Колосков, Е.Т Долбенко, Ю.В. Коширский и др.; под общей М28 ред. А.С Зубченко – М.: Машиностроение, 2001. 627с.: ИЛЛ.
6. Проволока ПП-АН-180МН [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:
<http://www.severstalmetiz.com/catalogue/1815/1918/5649/document5665o.shtml>
7. Костин А.М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
8. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. - 96 с.
9. Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» -2011. - 247с.

10. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 232с.
11. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. - 2005. - 40с.
12. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н.Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. - 2002. - 26с.
13. Полуавтомат ПДГО-570-4К (серия 1) с выпрямителем Форсаж-502 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.seveko.ru/catalog/02-mig-mag/invertornye-svarochnye-poluavtomaty-perenosnoi-mpp-/pdgo-570-4k-c-forsadj-502.html>
14. Маслов Б. Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.
15. Контроль качества сварки [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/quolity/welddefect1/>
16. Контроль качества наплавленного металла [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: http://www.autowelding.ru/publ/professionalno_o_pajke/naplavochnye_raboty_kotrol_kachestva_naplavki/kontrol_kachestva_naplavlennogo_metalla/33-1-0-474
17. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000.-24с.
18. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.
19. О. Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного

производства» -Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. 32с.

20. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ. : Академия, 2006 – 176 с.

21. Сварочный выпрямитель ВДУ-506С [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://www.tss-s.ru/32610>

22. Сварочный полуавтомат ПДГ-508М [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.: <http://novosibirsk.tiu.ru/p158122521-pdg-508m.html>

23. Сварочный полуавтомат КИГ 601 [Электронный ресурс] – режим доступа к ст.:
http://saratov.pulscen.ru/products/svarochny_poluavtomat_kig_601_ukraina_23084228